MI2009－2

船舶インシデント調査報告書

（東京事案）

なし

（地方事務所事案）

函館事務所

漁船第二十一吉祥丸運航不能（機関損傷）

平成２１年８月２８日

運輸安全委員会

本報告書の調査は、本件船舶インシデントに関し、運輸安全委員会設置法に基づき、運輸安全委員会により、船舶事故等の防止に寄与することを目的として行われたものであり、本事案の責任を問うために行われたものではない。

運 輸 安 全 委 員 会
委 員 長　後 藤 昇 弘

≪参　考≫

本報告書本文中に用いる分析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「３　分　析」に用いる分析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

① 断定できる場合

・・・「認められる」

② 断定できないが、ほぼ間違いない場合

・・・「推定される」

③ 可能性が高い場合

・・・「考えられる」

④ 可能性がある場合

・・・「可能性が考えられる」

・・・「可能性があると考えられる」

漁船第二十一吉祥丸運航不能（機関損傷）

船舶インシデント調査報告書

船　種　船　名　漁船　第二十一吉祥丸
船　舶　番　号　１３５３６２
総　ト　ン　数　１６０トン

インシデント種類　運航不能（機関損傷）
発　生　日　時　平成２０年３月２０日　１７時２５分ごろ
発　生　場　所　オホーツク海　北海道能取岬北東方沖５海里付近
（概位　北緯４４°１０′　東経１４４°１９′）

平成２１年８月６日
運輸安全委員会（海事専門部会）議決
委　員　長　後　藤　昇　弘
委　　員　楠　木　行　雄
委　　員　横　山　鐵　男（部会長）
委　　員　山　本　哲　也
委　　員　根　本　美　奈

１　船舶インシデント調査の経過

１．１　船舶インシデントの概要

漁船第二十一吉祥（きっしょう）丸は、北海道室蘭市の造船所において主機を開放整備して定期検査を受検し、基地とする網走港に回航された後、船長ほか１６人が乗り組み、同港北方沖１５海里付近の漁場で操業後、同港に向けて帰港中、平成２０年３月２０日１７時２５分ごろ、能取（のとろ）岬北東方約５海里沖において、主機の主軸受メタル等が損傷し、運航不能となった。

同船は、僚船にえい航されて帰港した。死傷者はいなかった。

１．２　船舶インシデント調査の概要

1.2.1　調査組織

運輸安全委員会は、平成２０年１０月１日、本インシデントの調査を函館地方海難審判理事所から引き継ぎ、調査を担当する主管調査官（函館事務所）ほか１人の地方事故調査官を指名した。

1.2.2　調査の実施時期

平成２０年８月１３日、１２月１０日、１１日、平成２１年２月２１日、６月５日　口述聴取

1.2.3　原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

２　事実情報

２．１　インシデントの経過

2.1.1　インシデントが発生するまでの経過

運航不能に至るまでの経過は、第二十一吉祥丸（以下「本船」という。）船長及び機関長の口述並びに機関日誌写によれば、次のとおりであった。

本船は、北海道網走港を基地として、沖合底引き網漁業に従事する漁船で、室蘭市の造船所（以下「本件造船所」という。）において、同造船所の監督下で整備業者（以下「本件整備業者」という。）が主機の開放整備工事を行い、平成２０年２月２５日定期検査を受検し、潤滑油を新替えして海上試運転が実施された。知床半島付近が流氷で航行できないので、北海道を時計回りで網走港に回航する目的で、３月６日２１時００分ごろ室蘭港を出港し、その後１００時間ほどの操業や航行を経て、３月１４日１１時１５分ごろ網走港に入港した。

機関長は、停泊中の３月１６日に主機の一次及び二次潤滑油こし器を開放してこし網の掃除を行い、こし器の底にペンキかすやウェスの糸くずが見つかったものの、金属粉は付着していないことを確認して、潤滑油を１００ℓ 補給した。

本船は、操業の目的で、船長ほか１６人が乗り組み、船首１．８ｍ、船尾４．７ｍの喫水で、３月２０日０４時３０分ごろ網走港を出港し、０６時００分ごろ同港北方沖１５海里（M）付近の漁場に至って操業を開始した。

機関長は、操業中、およそ１時間ごとに行われる網揚げ作業の手が空いたときに

機関室の見回りをするようにしていた。１６時００分ごろ機関室を点検し、主機潤滑油主管の潤滑油圧力が、全速力時で約０．４１MPaと正常であることを確認したのち、甲板上で魚の選別作業に従事した。

本船は、１６時１０分ごろ操業を終え、１６時２０分ごろ、北緯４４°２０′東経１４４°２５′付近の漁場を発し、主機を回転数毎分約６２０（rpm）、燃料ポンプラック目盛２２㎜、プロペラ翼角１９°とし、約１２ノット（kn）の速力（対地速力、以下同じ。）で、約１９０°（真方位、以下同じ。）の針路として網走港に向けて帰港中、１６時５０分ごろ北海道能取岬北方沖約８Mにおいて、潤滑油圧力低下警報が鳴り、その直後に安全装置が作動して主機が自動停止した。

機関長は、急いで機関室に入ったところ、特に主機周辺には熱気を感じず、潤滑油たまりの油量にも異常がなかったが、自動始動した補助潤滑油ポンプによる潤滑油主管圧力が約０．２５MPaまで低下しているのに気付き、片側使用としていた一次及び二次潤滑油こし器をただちに反対側に切り替えた。そして、こし網の異物付着状況を点検せずに、主機始動に備えて、潤滑油こし器上部の空気抜きを行ったが、その際に、空気抜きプラグを開き過ぎて飛散した潤滑油を顔中にかぶった。

本船は、当時、流氷帯を航行中で、船首に氷が当たる音がしており、機関長は船体に穴が開いたら大変だという思いが一杯で、一等機関士に指示して主機の再始動を急がせた。機関長は、着替えをするために自室に上がる際に、同機関士にしばらく主機の運転状態を監視するよう指示しなかった。

なお、機関長は、主機の自動停止後、流氷が迫っているために早急に再始動が必要かどうかを、船長に確認しなかった。

本船は、１７時１０分ごろ主機が再始動され、停止前と同じ回転数、プロペラ翼角として航行していたところ、１７時２５分ごろ能取岬から０４５°５M付近において、主機クランクケース表面から白煙が生じ、機関室外に出てきた白煙に気付いた機関長が再び機関室に戻って、主機を手動で停止した。

機関長始め機関士らが主機クランクケースを開放して点検した結果、主機３番主軸受[*1]の軸受キャップが異常に過熱しており、また、一次及び二次潤滑油こし器がメタル片で閉塞していたことから、主機は主軸受メタルが焼損して運転不能と判断し、船長は僚船に救助を要請した。

本船は、僚船にえい航されて２１時１０分ごろ網走港に入港した。

*1　「主軸受」とは、クランク軸の主ジャーナル部を支える軸受のことをいい、本船では船首側から番号を付されている。

本インシデントの発生日時は、平成２０年３月２０日１７時２５分ごろで、発生場所は、網走市能取岬から北東方沖５M付近であった。
（付図１　インシデント発生場所　参照）

2.1.2　本件造船所における主機の整備状況

主機の開放整備の状況は、機関長、本件造船所担当者（以下「担当Ａ」という。）、本件造船所の別の担当者（以下「担当Ｂ」という。）及び本件整備業者担当者（以下「担当Ｃ」という。）の口述によれば次のとおりであった。

(1)　機関長の口述

平成２０年１月３０日に本件造船所に入渠して、定期検査のために主機の全ピストン及び全シリンダライナを抜き出し、燃焼室周りの点検と詳細計測、主軸受メタルの点検、クランクピンメタルの取替えなどが行われた。定期検査の工事では、主機の組立工事が終了したころ、本件整備業者の作業員から、「大体終わったよ。」と声をかけられ、主軸受の周辺についても一応の点検を行ったが、主軸受締付ボルト（以下「主軸受ボルト」という。）のナットの番号、合いマークを確認しなかった。

(2)　本件造船所担当Ａの口述

本件造船所は、機関整備を行わせる２社の契約整備業者のうち、本件整備業者を主たる整備業者と考えて、本船の重要な機関整備工事に当たらせてきた。ただし、前々回の平成１８年の第一種中間検査工事では、本件整備業者が他の工事に当たっていたので、他社に担当させた。

本件整備業者担当Ｃは、本件造船所に勤務していたことがあり、本船主機と同型式の機関についても取扱い経験が豊富であった。

(3)　本件造船所担当Ｂの口述

平成２０年２月に行われた定期検査工事で、主機の開放から掃除、計測組立のすべての工程を本件整備業者に任せており、主機取扱説明書の記載どおりの作業が行われているものと考えて、特に指導していなかった。

機関メーカーの事故報告書（以下「損傷報告書」という。後述の 2.3.3 参照）に、本件定期検査時の整備作業において、「主軸受の締付不良があったものと推察する。」と書かれている点は納得しているわけではないが、本事故前の組立時にこの確認を行わなかったのは事実で、締付不良がなかったとは言い切れない。

主機の主軸受ボルトのナット締付けが終わった時点で、通常はハンマーに

よる打検[*2]と同時に合いマークを確認していたが、今回はそれを行っておらず、反省点である。

海上試運転では、負荷運転の後、主軸受など各軸受温度を計測して異常がないことを確認したが、その際にも主軸受の打検は行わなかった。

(4) 本件整備業者担当Cの口述

本船の就航以来、機関の整備に関わってきた。最近では、本件造船所に毎年入渠する船のうち、同型機関を装備している船の主機の整備にも従事している。

本船の定期検査工事では、社員全員で主機の組立工事に当たった。

主軸受ボルトのナット締付作業は、取扱説明書に記載されているように、合いマークに合致するよう締め付ける方式に従うもので、私自身がもう一人の社員とともに全ての主軸受を締め付けた。

具体的な締付け法は、対辺距離４１㎜、腕長さが約３０㎝ のスパナで、肌付き[*3]まで締めた後、スパナにパイプを付けて合いマークまで締め付けた。ねじピッチが小さいので一人の力で楽に締め付けられる。

４０年間近く機関の整備に携わってきた中でこのような事故は初めてで、ナットが締付不足であったとは思わない。

本事故後、本件造船所の担当Bと共に網走港に赴いたが、別の整備業者（以下「整備業者D」という。）によって主機の開放工事が既に進行しており、主軸受は開放された後であった。主軸受ボルトのナットが緩められたときに締付力が弱かったとの証言があるようだが、整備を行った者としては正規に締め付けたつもりである。

会社としては、主軸受の締付けに原因があるとは思えないので、本事故後同種事故の防止対策はとっておらず、逆に機関メーカーになぜこのような事故になったか聞きたい。

２．２　人の死亡、行方不明及び負傷に関する情報

死傷者はいなかった。

２．３　船舶の損傷に関する情報

2.3.1　船体の損傷に関する情報

船体に損傷はなかった。

---

*2　「打検」とは、ハンマーによって叩いたときの音響と感触で、締め付け状態を確認する方法をいう。

*3　「肌付き」とは、正規のトルクをかけて締め付ける前に、スパナを腕の力のみで回し、ナットやボルトの締め付け面を密着させた状態をいう。

2.3.2　機関の損傷に関する情報

損傷報告書及び機関メーカー担当者の口述によれば、次のとおりであった。

(1)　クランク軸

全ての主ジャーナル部（以下「ジャーナル部」という。）が焼損し、特に３番及び４番において表面硬化と亀裂、また、４番で最大８．０㎜ の振れとなる曲損が生じた。

(2)　主軸受

全軸受メタルが異常摩耗し、３番及び４番ではメタル基材が伸しイカ状に変形した。

(3)　機関台板

３番及び４番主軸受ハウジングに過熱による変形が生じた。

(4)　ピストン及びシリンダライナ

２番シリンダでは摺動面にスカッフィング[*4]による異常摩耗が生じ、ピストンピンがピストンボスに膠着した。

(5)　クランクピンボルト

２番シリンダでは、過熱による伸びが生じた。

(6)　クランクピン軸受

軸受メタルが異常摩耗した。

(7)　潤滑油二次こし器

複筒のうち片側のこし網上端部の一部に破損が生じた。

2.3.3　主機の損傷経過に関する機関メーカーの見解

損傷報告書及び機関メーカー担当者の口述によれば、損傷の原因は次のとおりであった。

(1)　主軸受メタルの異常摩耗

①　定期検査工事終了後約６日という短時間の運転で損傷が生じたこと

②　損傷後の分解時に立ち会った機関メーカーの技師が、損傷の激しかった４番主軸受の締付けが弱かった旨を整備業者Ｄの作業者から聞いていること

から、運転中に当該軸受の隙間が徐々に増加し、主軸受メタルが叩かれて同メタルに異常摩耗が進行し、メタル片が剥離して軸受隙間が過大になるとともに、潤滑油中に混入したメタル片が潤滑油こし器に急速に詰まり、潤滑油圧力が一挙に低下したものと推察される。

---

*4　「スカッフィング」とは、摺動面で金属同士が接触して表面にかき傷が生じることをいう。

なお、４本の軸受ボルトが、肌付きまで締められたのちに対角配置同士で均等に締め付けられていないと、主軸受メタルとジャーナル部との隙間が大きいままになることがある。

(2)　ピストン・シリンダライナの損傷

主軸受メタルが、基材部分でジャーナル部を支える状態となって変形し、摩擦抵抗の増加により連れ回って取付位置が移動し、クランク軸の油穴が塞がれてピストンへの潤滑油給油が止まり、ピストンが過熱膨脹してシリンダライナと金属接触したものである。

なお、機関メーカー担当者の口述によれば、潤滑油二次こし器のこし網の一部に破損箇所が認められたが、破損部位がこし器上端付近で、潤滑油流れの主流箇所ではなく、潤滑油系統に少量の異物が混入しても軸受メタルが異物を埋没させる機能があるので、軸受に生じた傷が拡大して当該損傷に至る可能性は低いものと考えられる。

2.3.4　損傷後の修理状況

機関長の口述及び損傷報告書によれば次のとおりであった。

(1)　クランク軸

全長方向の曲がりと、表面が硬化して亀裂が生じたジャーナル部を修正するため、全シリンダのジャーナル部の外径が最大６㎜削正され、平成２１年２月の入渠時に新たに製作されたクランク軸に取り替えられるまで使用された。

(2)　主軸受

全軸受メタルが、ジャーナル部の削正に合わせてアンダーサイズの内径のものに取り替えられた。

(3)　機関台板

過熱による変形が生じた３番及び４番主軸受ハウジング部は削正された。

(4)　ピストン及びシリンダライナ

２番シリンダのピストン及びシリンダライナが新替えされた。

(5)　クランクピンボルト

過熱によって伸びが生じた２番シリンダのクランクピンボルトは新替えされた。

(6)　クランクピン軸受

全シリンダのクランクピン軸受メタルは新替えされた。

２．４　乗組員等に関する情報

(1)　性別、年齢、海技免状

機関長　男性　５２歳

四級海技士（機関）（機関限定）

免許年月日　昭和５４年７月６日

免状交付日　平成１７年２月２８日

（平成２２年３月２日まで有効）

(2)　機関長の主な乗船履歴

機関長の口述によれば、母校の練習船の次席二等機関士として約５年半乗船し、沖合底引き網漁業の漁船３隻を経て機関長に昇進、本船就航時から機関長として乗船していた。

(3)　本件造船所

昭和９年に創立され、従業員約１４０名で、新造船、船舶修繕、橋梁製作、水処理プラントの製造などの事業を行っている。

(4)　本件整備業者

本インシデント当時、担当Ｃを含めて５人の社員で構成されていた。担当Ｃは、本件造船所において機関工事に携わったのち、独立して同造船所から機関の整備工事を請け負い、本船主機の機関メーカーの機関については約４０年間取り扱っていた。

２．５　船舶に関する情報

2.5.1　船舶の主要目

船舶番号	１３５３６２
船籍港	北海道網走市
船舶所有者	上印宮川漁業株式会社
総トン数	１６０トン
Ｌ×Ｂ×Ｄ	３８．３８ｍ×７．８０ｍ×４．６１ｍ
船質	鋼
機関	ディーゼル機関１基
推進器	可変ピッチプロペラ１個
進水年月日	平成１５年６月６日
用途	漁船
従業制限	第２種

2.5.2　船舶検査記録

第２回定期検査　平成２０年２月２５日に検査を終了した。

本件造船所作成の機関部検査成績表によれば、主機主要部の記録は以下のとおりで、いずれも使用基準を満たすものであった。

(1)　クランク軸デフレクション

最大値は№６シリンダで０．０５㎜

(2)　クランク軸ピン部直径

基準寸法２１０㎜－０．２１～－０．２３㎜

(3)　シリンダライナ内径

基準寸法２８０㎜＋０．０３～＋０．１１㎜

(4)　ピストン外径

基準寸法２８０㎜－０．１７～－０．２１㎜

(5)　ピストンピン外径

基準寸法１３５㎜－０．０６～－０．０７５㎜

(6)　ピストンのピストンピン穴内径

基準寸法１３５㎜＋０．０１～＋０．０４㎜

２．６　主機に関する情報

2.6.1　主要目

機関形式	６ＭＵＨ２８Ａ
製造年月	平成１５年５月
形式種類	４ストローク・ディーゼル機関
シリンダ数	６
シリンダ内径	２８０㎜
行程	３４０㎜
出力	１，０２９kW（連続最大）
回転数	６１０rpm
平均ピストン速度	６．９１m/s
爆発圧	１３．２MPa
正味平均有効圧	１．６１２MPa
点火順序	１－４－２－６－３－５
クランク回転方向	船尾側から見て右回転

なお、機関メーカー担当者の口述によれば、同型機関は、昭和４３年に開発されて以降、合計５２基が稼動し、同型機関の定格出力と回転数は、１，７６５kW、７８０rpm である。

2.6.2　主機の潤滑油

(1)　潤滑油経路

潤滑油ポンプで加圧された潤滑油は、複式潤滑油こし器と潤滑油冷却器を経て主管から７箇所の主軸受に入り、クランク軸に設けられた油穴を通ってクランクピン軸受へ、さらに連接棒の油穴を通ってピストンピンとピストンの冷却室に送られる。なお、２番クランクピン軸受及び２番ピストンには３番主軸受から給油される。

(2)　使用潤滑油

種類：ＳＥＡ No.３０

潤滑油経路中の総量：約２,４００ℓ

(3)　潤滑油こし器[*5]

一次こし器：複式、ゴーズワイヤ使用、３２メッシュ

二次こし器：複式、ゴーズワイヤ使用、４００メッシュ

（付図２　潤滑油管系統図、付図３　潤滑油経路図、付図４　ピストン・連接棒仕組とクランク軸　参照）

2.6.3　主機の潤滑油圧力低下に対する安全装置

警報の作動設定値：０.２５MPa

自動停止作動設定値：０.１８MPa

2.6.4　主機のクランク軸、主軸受メタル等

(1)　クランク軸

鍛鋼製（ＫＳＦＡ７５）で、ジャーナル部とクランクピン部とを結ぶ油穴が設けられている。

(2)　主軸受メタル

機械構造用炭素鋼製の基材（ＳＳ４００又はＳ１０Ｃ相当）にアルミ合金メタル（Ａ４０）が貼り付けられ、表面に鉛９０％及び錫１０％のメッキ（２０～３０μm）を、更に全面に錫のフラッシュメッキ[*6]を施したもので、６,０００kgf 加重におけるクラッシュ量[*7]は、３４～５４μm を標準としている。

(3)　主軸受仕組

---

*5　こし器の仕様：「複式」とは、こし網を納めたこし器をコック等で切替可能なものをいう。「ゴーズワイヤ」は、黄銅線、ステンレス鋼線等で編んだ金網で、１インチ長さ当たりの目数をメッシュで表わす。

*6　「フラッシュメッキ」とは、０.１μm 程度の薄いメッキをいう。

*7　「クラッシュ量」とは、一定の締め代と張り代をもたせるためにオーバーサイズで製作された軸受メタルを、軸受台とキャップとで一定の加重状態で挟んだとき、同メタルの上下合わせ面が飛び出している量をいう。

主機台板の主軸受ハウジングで主軸受メタル下半部を受け、上半部を軸受キャップで抑え、主軸受ハウジングの両側に植え込まれた主軸受ボルトとナットで締め付けるようになっている。

主軸受ボルトとナットは、機関製造組立時に同ナットを５００N･mのトルクで締め付けたのち、ボルト及びナットに合いマークが刻印されており、以後は同合いマークに合わせて締め付ける。

（付図５　軸受キャップ組立図　参照）

2.6.5　主機の運転状態

海上試運転成績書並びに機関長及び機関メーカー担当者の口述によれば、海上試運転時及び全速力時の運転状況は次のとおりであった。

	海上試運転時	全速力時
主機回転数（rpm）	６３０	６２０
プロペラ翼角（°）	２０.５	１９～１９.５
燃料ポンプラック目盛（mm）	２４	２２
過給空気圧（MPa）	０.１２	０.１１
潤滑油圧力（MPa）	０.３５	０.３９～０.４１
冷却清水温度（℃）	７７	７３

なお、操業中も前部動力取出軸によって漁労機器用油圧ポンプを駆動している関係で、主機は６２０rpm で連続運転されていた。

また、総運転時間は、約１３，１２５時間であった。

2.6.6　主機の整備状況

船舶検査手帳によれば、平成１８年２月２３日の第１種中間検査及び平成２０年２月２５日の第２回定期検査にて解放検査を受検した。

本件造船所の工事内訳書によれば、平成２０年２月２５日の第２回定期検査時の主な整備状況は次のとおりであった。

(1)　全シリンダカバー取外し整備（吸気弁、排気弁、起動弁摺合せを含む）
(2)　全燃料噴射弁整備、噴射圧力調整
(3)　全ピストン及び連接棒抜出し整備（ピストンピンの取外し含む）
(4)　全クランクピン軸受メタル取外し清掃
(5)　全シリンダライナ抜出し整備
(6)　全主軸受、基準軸受の軸受メタル抜出しのうえ清掃、点検
(7)　クランクケース内及びサンプタンク内清掃、潤滑油取替（約２，０００ℓ）

２．７　気象及び海象に関する情報

網走市能取岬の南方約１８㎞に位置する網走地方気象台によるインシデント当日の天気概況は薄曇りで、インシデント発生時間帯の気象観測値は次のとおりであった。

１６時００分　風向　北東、風速　１．２m/s、気温　０．０℃

１７時００分　風向　北、風速　１．５m/s、気温　－０．５℃

１８時００分　風向　東、風速　１．８m/s、気温　－０．６℃

３　分　析

３．１　インシデント発生の状況

(1)　運航不能に至る経過

２．１から、本船が、漁場での操業を終えて北緯４４°２０′東経１４４°２５′付近から約１９０°の針路で網走港に向かっていたところ、主機の３番及び４番主軸受メタル等が損傷して運航不能となったものと考えられる。

(2)　運航不能発生の時刻及び場所

２．１から、機関長が主機を手動で停止し、運転不能と判断した時刻は、平成２０年3月２０日１７時２５分ごろ、北緯４４°１０′東経１４４°１９′付近であったと考えられる。

３．２　インシデント要因の解析

3.2.1　乗組員及び船舶の状況

(1)　乗組員状況

２．４から、機関長は、適法で有効な海技免状を有していた。

(2)　船舶の状況

2.5.2 から、本船は、有効な船舶検査証書を有していた。

3.2.2　気象及び海象に関する解析

２．７から、インシデント発生当時の気象及び海象は、北寄りの微風が吹き、海面状況は穏やかで、主機の運転状況に特別な影響はなかったものと考えられる。

３．３　主機損傷に関する解析

3.3.1　主機損傷の経過に関する解析

２．１、2.3.2 及び 2.3.3 から、以下の経過を経た可能性があると考えられる。

(1)　主軸受の摩耗

主機は、主軸受ボルトの締付力が不足したまま組み立てられて運転されるうちに、当該軸受の隙間が徐々に増加し、主軸受メタルが叩かれて同メタルに異常摩耗が進行し、最初に３番及び４番主軸受メタルのメタル片が潤滑油中に流出して潤滑油こし器が閉塞し、潤滑油圧力低下によって安全装置が作動し、自動停止した。

(2)　ピストンの過熱

主機は、潤滑油こし器が切り替えられ、補助潤滑油ポンプによる給油圧力が概ね平常値を示したことから、こし網の汚れが確認されないまま主機が再始動され、自動停止前の出力まで増速された。３番及び４番主軸受メタルが、メタル層の摩滅によって、基材部分でジャーナル部を支える状態となって変形し、摩擦抵抗の増加により連れ回って取付位置が移動し、クランク軸の油穴が塞がれた。その結果、３番シリンダのジャーナル部から給油されている２番シリンダのピストンの冷却が阻害され、同ピストンが過熱膨脹してシリンダライナの焼損へと進展した。

3.3.2　主軸受メタル損傷の要因

主軸受メタルが、損傷する要因には、主として以下の項目が考えられる。

・潤滑油圧力が十分でないこと
・潤滑油の性状が適切でないこと
・軸受の隙間が適正な範囲でないこと
・異物の混入
・過負荷運転により、軸受メタルに過大な面圧が加わること

これらについて、以下のとおり分析する。

(1)　潤滑油圧力の状況

２．１から、インシデント発生の約５０分前に潤滑油圧力が正常値の０．４１MPaであることを機関長が確認しており、また、このとき異音や振動などに異状を感じなかったことから、潤滑油圧力は正常であったものと考えられる。

(2)　潤滑油性状

2.1.1 及び 2.6.6 から、平成２０年２月主機開放整備時に潤滑油を全量新替えし、その後、本インシデント発生までの運転時間が約１１２時間と短時間であること、運転状況に問題なかったことから、潤滑油性状は適切であったものと考えられる。

(3)　軸受メタルの状況

2.5.2 から、各軸受メタルの状況は良好であったもの考えられ、軸受隙間についても本件定期検査時まで問題はなかったものと考えられる。

(4)　異物の混入

２．１から、本インシデント直前に潤滑油こし器を開放掃除して金属粉の付着が見られなかったこと、及び2.3.3から、こし網の破損を端緒として、軸受損傷に拡大したものではないと考えられる。

(5)　主機の運転状況

2.6.5 から、インシデント発生当時を含めて全速力時は回転数約６２０rpm、燃料ポンプラック目盛２２㎜、プロペラ翼角約１９°として運転しているが、次のことから出力、回転数ともに過負荷運転領域には入っていなかったものと考えられる。

①　出力

燃料噴射ポンプラックが、海上試運転１００％負荷時の同ポンプラック目盛２４㎜以下であり、連続最大出力以下の出力であったと考えられること。

②　回転数

連続最大出力時の回転数を上回っているが、2.6.1 から、同型機関の定格出力１，７６５kWのときの回転数７８０rpm 以下であったと考えられること。

3.3.3　主軸受ボルト及びナットの締付状況

2.1.2(3)及び2.3.3から、機関メーカーは、３番及び４番主軸受ボルトのナットの締付力が他シリンダに比較して弱かったことから、定期検査工事の組立時に両軸受の締付不良があったものと推察している。

一方、2.1.2(4)から、本件整備業者は、主軸受ボルトの締付けは、取扱説明書の記載どおり、合いマークに合わせるようナットを締め付けたと主張している。

前々回すなわち平成１８年２月第１種中間検査後の組立時に、過大に締め付けられ、前回すなわち平成２０年２月第２回定期検査時に分解するまでの間の運転で、ボルトに伸びが生じ、ナットの合いマーク位置までの締付けでも締付力が不足する状況となった可能性が考えられるが、これを裏付けるものはない。

したがって、主機の損傷状況から、主軸受の締付力が不足し、軸受間隙が過大になったまま主機が運転された可能性があるが、その理由を明らかにすることができなかった。

なお、本件造船所の担当Ｂが、主機の組立終了後及び海上試運転後に打検などで

主軸受の締付け状態を確認しなかったことも、主軸受の締付力が不足したまま主機が運転されたことに関与した可能性があると考えられる。

３．４　インシデント発生に関する解析

3.4.1　潤滑油圧力低下警報の作動及び自動停止

3.3.1 から、主軸受の締付力が不足したまま主機が運転され、主軸受メタルが損傷し、メタル片でこし器が閉塞して潤滑油圧力が低下し、潤滑油圧力低下警報が作動したものと考えられる。警報とほぼ同時に自動停止したのは、損傷及びこし器の閉塞が急速に進行したことによるものと考えられる。

3.4.2　被害軽減に関する解析

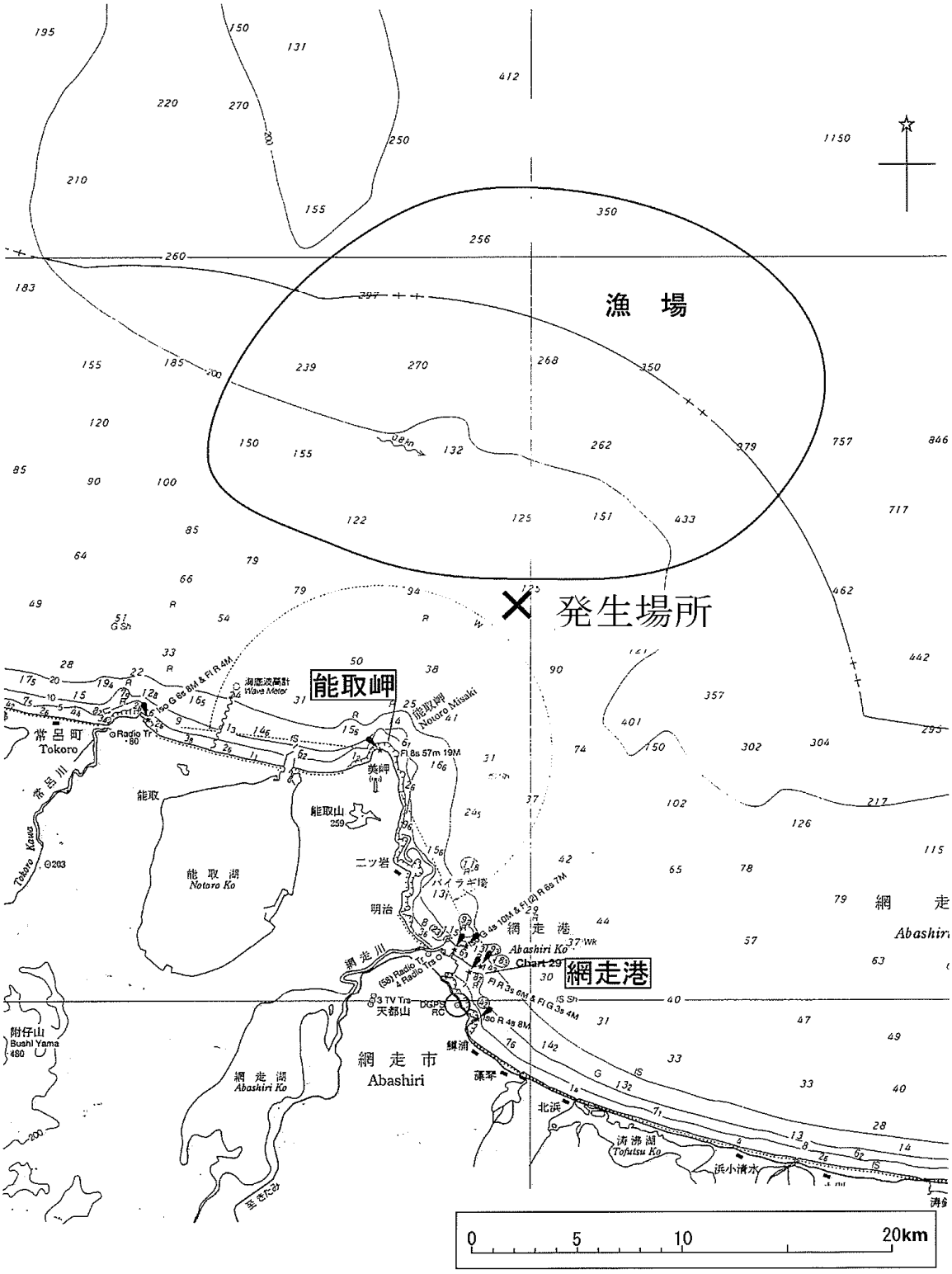
2.1.1 及び 2.3.2～2.3.4 から、潤滑油圧力低下警報の作動及び自動停止後、潤滑油こし器にメタル片が付着していないかを確かめると同時に、クランク室内の点検を行っていれば、主軸受とジャーナル部との隙間から軸受メタル材が溶出していることが分かり、その後の運転を断念して、クランク軸の重大な損傷等を回避できた可能性があると考えられる。すなわち、潤滑油こし器の閉塞を認めて切り替えた際、主機を再始動する前に、こし網の異物付着の確認とクランク室内の点検を行っていれば、クランク軸の焼損と、主機２番シリンダのピストン及びシリンダライナにスカッフィングを生じさせるには至らなかったものと考えられる。

４　原　因

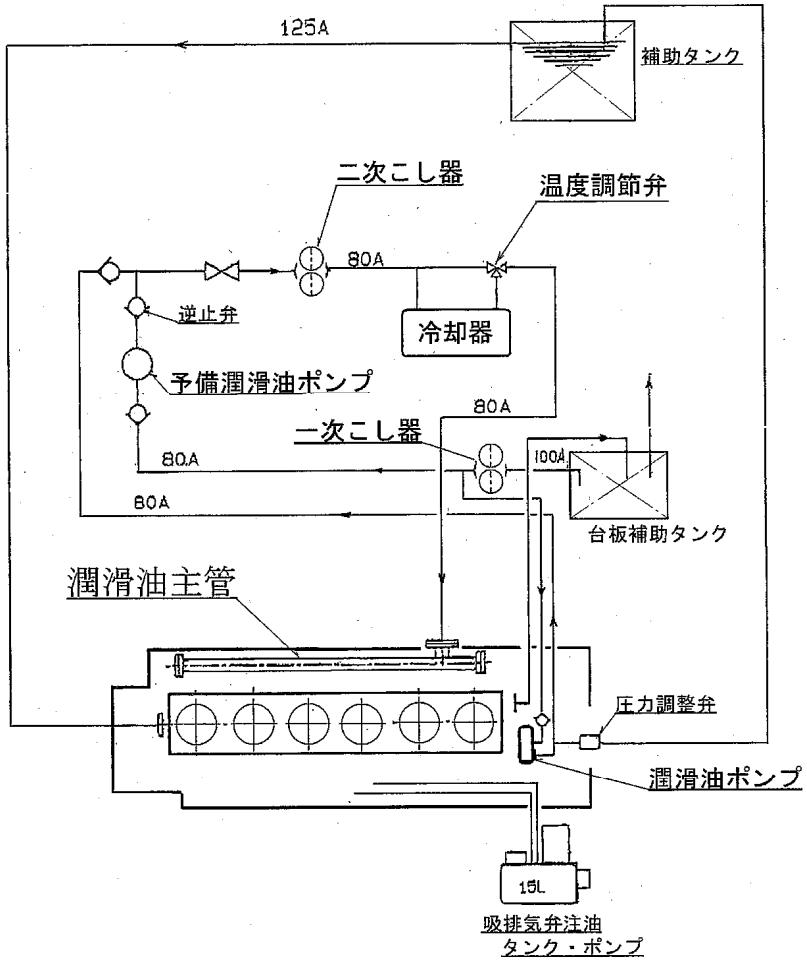
本インシデントは、本船が漁場から網走港に向けて航行中、主機の主軸受ボルトの締付力が不足していたため、主軸受メタルがクランク軸で繰り返し叩かれて同メタルが過熱焼損し、さらにピストンへの油穴が閉塞してピストンが過熱したことにより発生したものと考えられる。

主軸受の締付力が不足したことについては、その理由を明らかにすることができなかった。

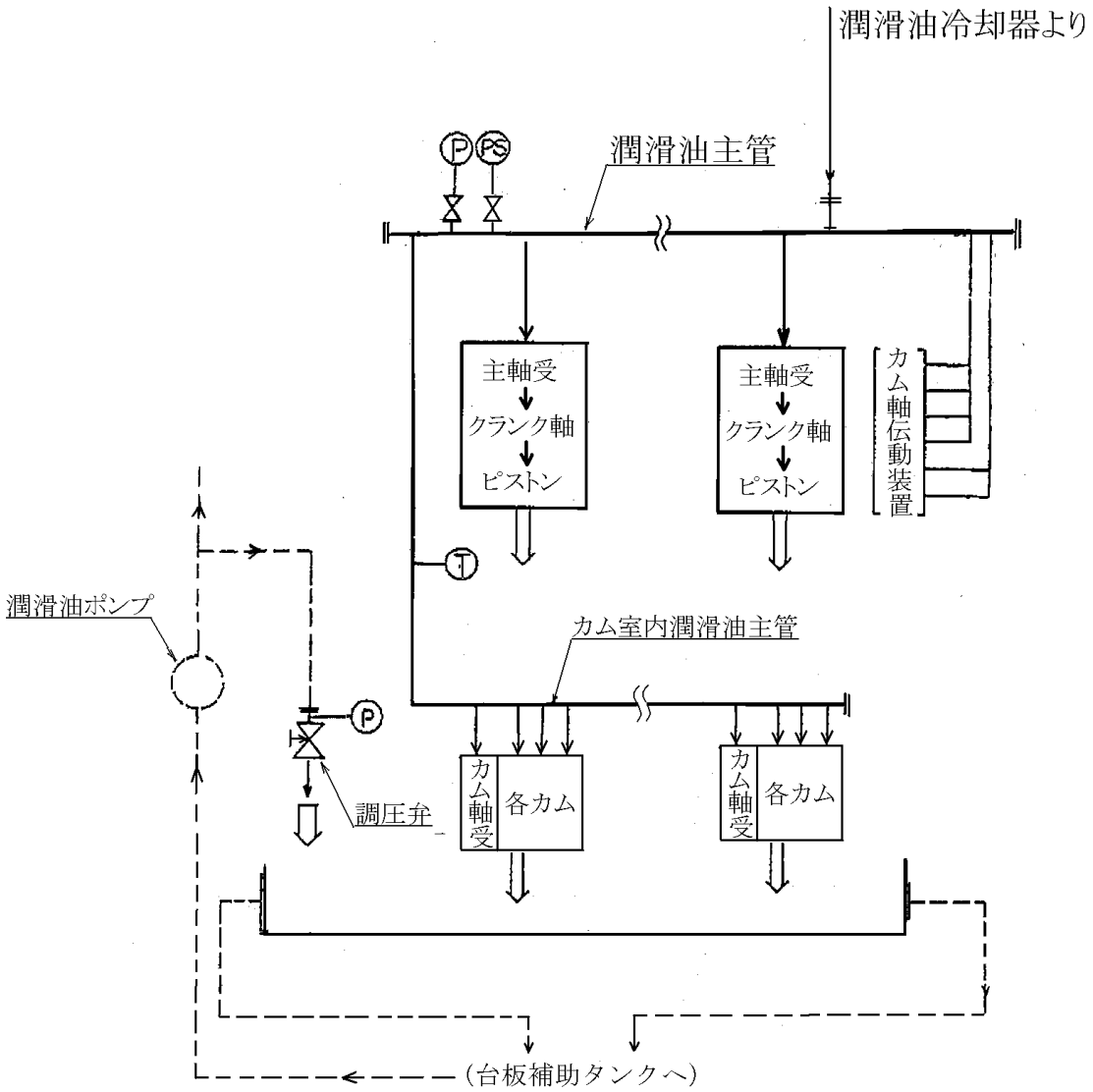
付図１　インシデント発生場所



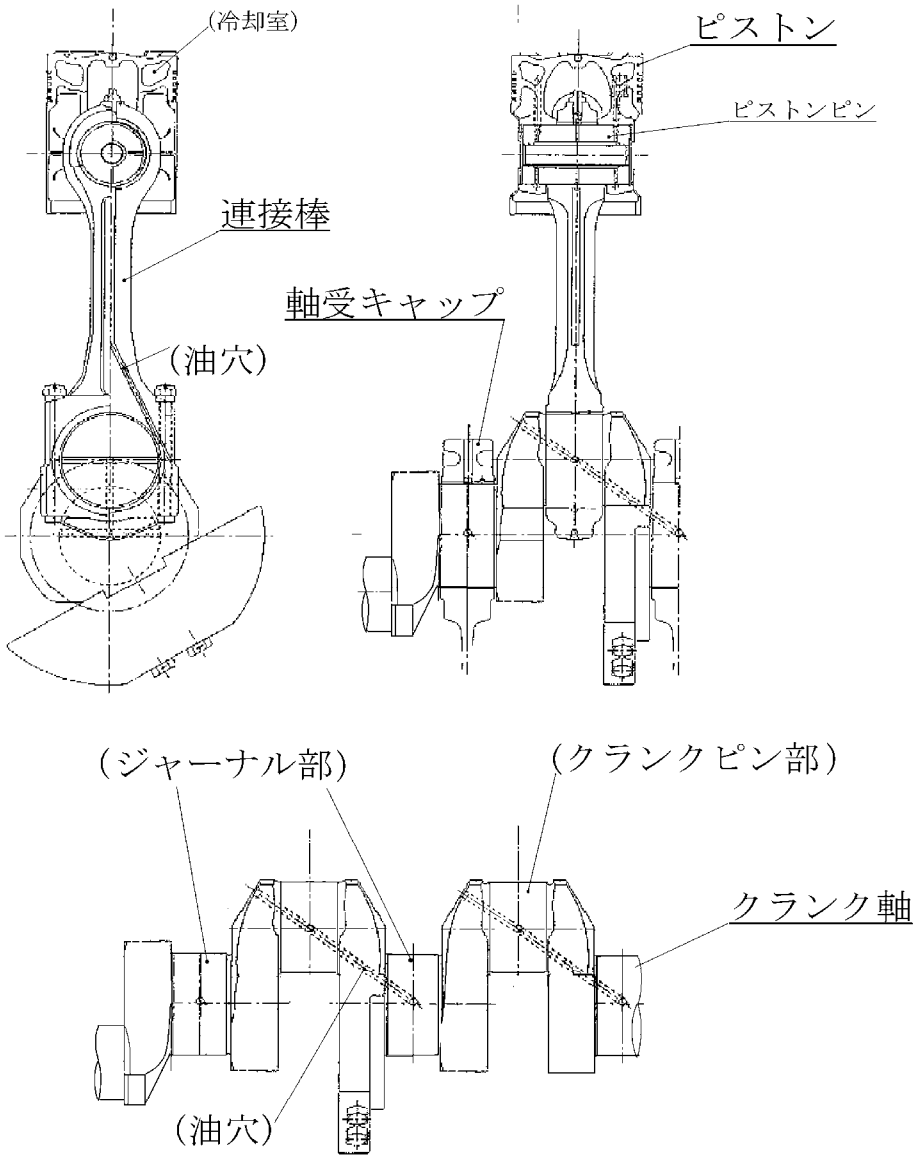
付図２　潤滑油管系統図


125A
補助タンク
二次こし器
温度調節弁
80A
逆止弁
冷却器
予備潤滑油ポンプ
80A
一次こし器
80A
100A
80A
台板補助タンク
潤滑油主管
圧力調整弁
潤滑油ポンプ
15L
吸排気弁注油
タンク・ポンプ

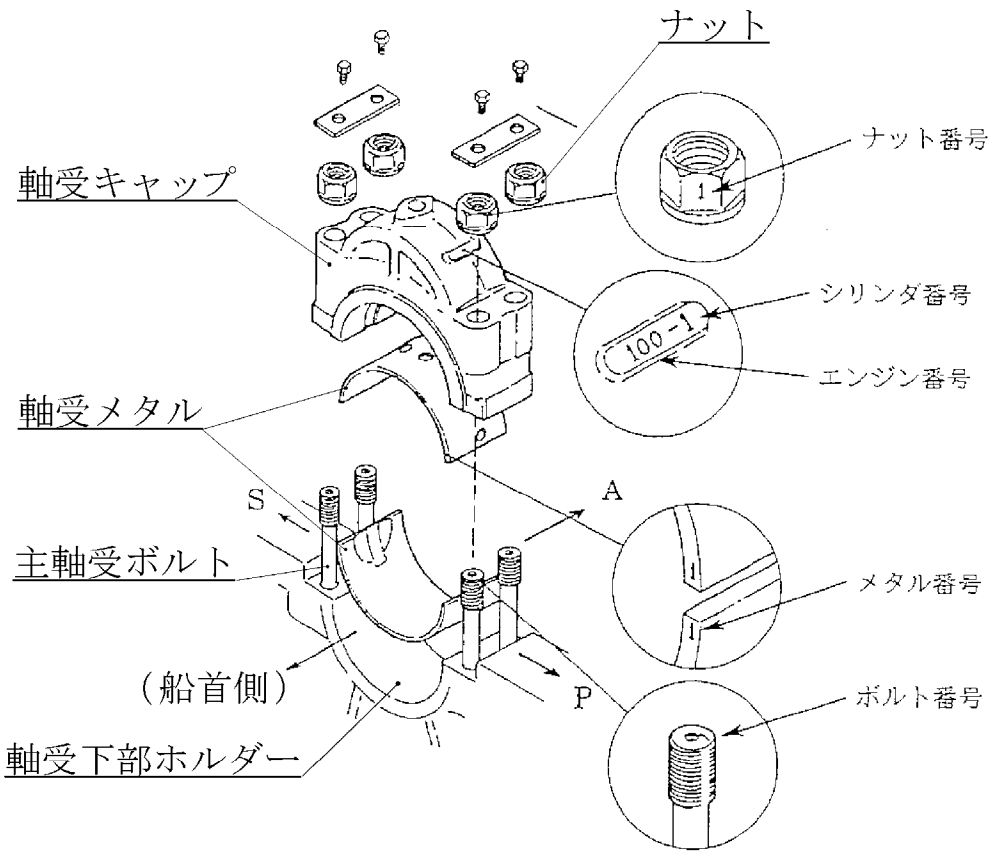
付図３　潤滑油経路図


潤滑油冷却器より
潤滑油主管
主軸受
クランク軸
ピストン
主軸受
クランク軸
ピストン
カム軸伝動装置
潤滑油ポンプ
カム室内潤滑油主管
調圧弁
カム軸受
各カム
カム軸受
各カム
（台板補助タンクへ）

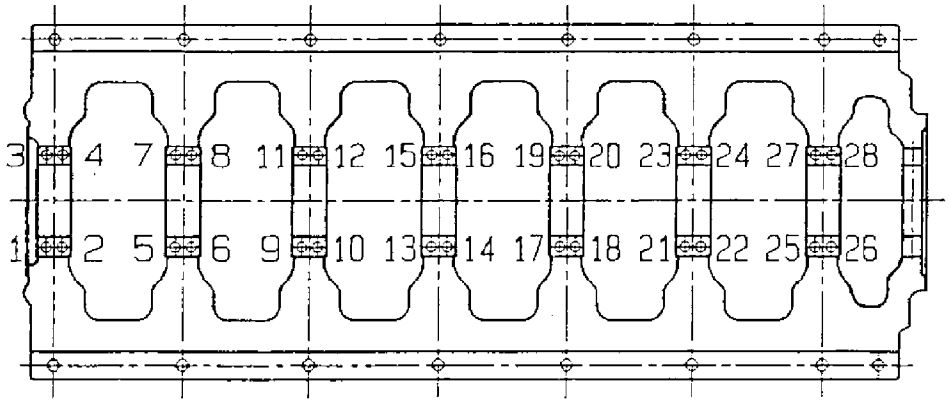
付図４　ピストン・連接棒仕組とクランク軸



付図５　軸受キャップ組立図



（船首側）



主軸受ボルト番号